



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : <b>G03B 21/62</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/67071</b> (43) Date de publication internationale: 9 novembre 2000 (09.11.00)
--	-----------	--

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/01156

(22) Date de dépôt international: 28 avril 2000 (28.04.00)

## (30) Données relatives à la priorité:

99/05480	29 avril 1999 (29.04.99)	FR
99/07352	10 juin 1999 (10.06.99)	FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): SYN-ELEC S.A. [FR/FR]; Zone Industrielle, F-12380 Saint-Semin-sur-Rance (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (US seulement): GIBILINI, Daniel [FR/FR]; 2120, route du Boulard, F-38410 Saint Martin d'Uriage (FR).

(74) Mandataires: POCHART, François etc.; Cabinet Hirsch-Desrousseaux-Pochart, 34, rue de Bassano, F-75008 Paris (FR).

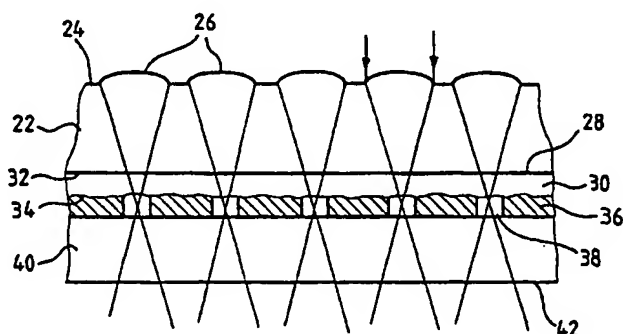
(81) Etats désignés: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: PROJECTION SCREEN

(54) Titre: ECRAN DE PROJECTION



## (57) Abstract

The invention concerns a rear projection screen, comprising a support (22) with focusing elements such as microlenses (26) or lenticular elements, a holographic diffuser, and an opaque layer (36) with apertures (38) for allowing through the light focused by the microlenses. The light projected from the rear of the screen is concentrated by the microlenses (26) and passes through the opaque layer by the apertures (38). The holographic diffuser controls the directivity of the light. The incident light on the screen is absorbed by the opaque layer, such that the layer provides good transmittivity, high contrast, and controlled directivity owing to the holographic diffuser. The invention also concerns a method for making such a rear projection screen whereby the apertures in the opaque layer are formed by irradiating said layer or a preparatory material through the microlenses.

(57) Abrégé

L'invention concerne un écran de rétroprojection, comprenant un support (22) avec des éléments de focalisation tels des micro-lentilles (26) ou des éléments lenticulaires, un diffuseur holographique, et une couche opaque (36) avec des ouvertures (38) pour laisser passer la lumière focalisée par les micro-lentilles. La lumière projetée depuis l'arrière de l'écran est concentrée par les micro-lentilles (26) et traverse la couche opaque à travers les ouvertures (38). Le diffuseur holographique contrôle la directivité de la lumière. La lumière incidente sur l'écran est absorbée par la couche opaque; de la sorte, l'écran présente une bonne transmittivité, un contraste élevé, et une directivité contrôlable grâce au diffuseur holographique. L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un tel écran de rétroprojection, dans lequel les ouvertures dans la couche opaque sont formées par irradiation de cette couche ou d'un matériau préparatoire à travers les micro-lentilles.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce			TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

## ECRAN DE PROJECTION

La présente invention concerne le domaine de la projection, et plus spécifiquement concerne les écrans utilisés tant pour la projection frontale que pour la rétroprojection.

La projection ou projection frontale est la projection d'image sur une face d'un écran, appelée par convention dans la suite l'avant de l'écran, pour la visualisation des images sur l'avant de l'écran. Dans l'état actuel de la technique, ce type de projection s'effectue en salle sombre, l'exemple type étant la projection sur les écrans perlés pour le cinéma.

La rétroprojection est la projection d'image sur une face d'un écran, appelée par convention dans la suite l'arrière de l'écran, pour la visualisation des images sur l'autre face de l'écran, appelée par convention l'avant de l'écran. De tels écrans sont notamment utilisés pour les projections à grande échelle, ou pour les murs d'images; ces écrans, lorsqu'ils présentent un contraste suffisant, sont utilisés en salle normalement éclairée. On peut utiliser comme projecteur des projecteurs analogiques classiques, par exemple du type à trois tubes; on peut aussi, comme dans les dispositifs actuellement commercialisés par la demanderesse, utiliser des dispositifs numériques, tels que les micro-miroirs numériques vendus par la société Texas Instruments sous la référence DMD. On peut utiliser les écrans de rétroprojection dans d'autres applications, par exemple comme écran de filtrage d'une lumière collimatée ou légèrement divergente, i. e. avec un angle de divergence inférieur ou de l'ordre de 20°. De tels écrans peuvent trouver application en signalisation routière, comme filtres directifs sur des tubes à rayons cathodiques.

Les propriétés idéales d'un écran de rétroprojection sont :

- une bonne luminance, ou transmittivité, c'est-à-dire une capacité à transmettre la lumière dans le sens de l'arrière vers l'avant de l'écran, de sorte que les images projetées soient effectivement transmises vers le public, et qu'elles ne soient pas ou peu réfléchies vers le projecteur ni absorbées par l'écran;
- une forte absorption de la lumière dans le sens de l'avant vers l'arrière, de sorte que la lumière ambiante ne soit pas réfléchie vers le public en même temps que la lumière projetée depuis l'arrière;
- une bonne résolution, c'est à dire une capacité pour l'utilisateur de distinguer deux points projetés à faible distance l'un de l'autre;
- une directivité contrôlée, c'est-à-dire une possibilité de contrôler l'angle solide dans lequel sont envoyés les rayons traversant l'écran; de ce point de vue, on définit généralement le gain d'un écran en comparant ses

caractéristiques à celle d'un écran réflecteur diffusant formé d'une couche d'oxyde de magnésium sur un support.

Les propriétés idéales d'un écran de projection sont sensiblement les mêmes :

- 5 - une capacité à réfléchir vers le public la lumière projetée sur l'avant de l'écran, de sorte que les images projetées soient effectivement réfléchies vers le public, et qu'elles ne soient pas ou peu absorbées par l'écran;
- une bonne résolution, c'est à dire une capacité pour l'utilisateur de distinguer deux points projetés à faible distance l'un de l'autre;
- 10 - une directivité contrôlée, c'est-à-dire une possibilité de contrôler l'angle solide dans lequel sont envoyés les rayons traversant l'écran; de ce point de vue, on définit généralement le gain d'un écran en comparant ses caractéristiques à celle d'un écran réflecteur diffusant formé d'une couche d'oxyde de magnésium sur un support.

15 Dans l'état actuel de la technique, les écrans de projection ne sont pas utilisés autrement qu'en salle noire, et le comportement de l'écran par rapport à la lumière ambiante n'est pas une propriété considérée.

On définit de façon connue en soi le contraste nominal d'un écran de rétroprojection comme le rapport  $L0/(1 \times R)$  entre la lumière  $L0$  émise par l'écran et le produit de la lumière  $l$  incidente sur l'écran par la réflexion  $R$  de l'écran. Cette  
20 définition s'applique tant à la projection qu'à la rétroprojection.

Dans le cas de la rétroprojection, une trop forte réflexion de la lumière dans le sens de l'avant vers l'arrière diminue le contraste d'une image projetée, et peut empêcher l'usage de l'écran autrement que dans une pièce sombre; le rétroprojecteur étant une boîte, la rétroprojection tolère une ambiance lumineuse minimale à la  
25 différence de la projection frontale. Ceci pose évidemment un problème pour des applications comme les salles de contrôle, ou des applications extérieures, comme des projections par exemples dans des stades.

Divers écrans de rétroprojection ont déjà été proposés. La solution la plus ancienne et la plus simple consiste à utiliser comme écran un verre dépoli. Un écran  
30 formé d'une plaque de verre dépoli à la grenaille constitue un dépoli lambertien, avec diffusion isotrope de la lumière: la transmittivité d'un tel écran est donc de 50 %, et le gain vaut 1. La réflexion dans le sens de l'avant vers l'arrière est de l'ordre de 10%, ce qui rend difficile l'utilisation d'un verre dépoli en lumière ambiante. La société Stewart Film Screen Corporation propose des écrans à dépoli amélioré, qui présente  
35 vers l'avant un gain ovalisé, et une diffusion de la lumière vers l'avant qui n'est pas isotrope. La transmittivité est toujours de l'ordre de 50 %, mais dans la direction d'utilisation de l'écran, le gain est supérieur à 1. En résumé, ces écrans dépolis

présentent une haute résolution, mais un faible contraste, qui est typiquement de l'ordre de 10.

La société HIP propose des écrans qui sont formés d'un diffuseur en film mince sur un substrat transparent, sur lequel sont déposés des points noirs noyés dans le film mince diffusant; ces points noirs diminuent la réflexion de la lumière, et font  
5 augmenter le contraste de l'écran; toutefois, ils font aussi diminuer la transmittivité, et conduisent à des pertes d'informations. La transmittivité est de l'ordre de 50%, et le contraste typiquement entre 50 et 100.

Il est aussi connu, pour des applications de télévision, de prévoir des écrans  
10 lenticulaires. Ces écrans ont une structure ondulée suivant une direction horizontale, et invariante par translation suivant la direction verticale. L'ondulation permet un étalement de la lumière dans le sens horizontal, et élargit l'angle de vision dans ce sens. Il a aussi été proposé de prévoir à l'intérieur du matériau des noyaux de diffusion, par exemple des bulles diffusantes, pour assurer une diffusion contrôlée  
15 dans le sens vertical mais aussi dans le sens horizontal: l'angle de vision dans le sens vertical reste réduit, et est en tout état de cause lié à la concentration des bulles; l'utilisation de telles bulles diminue la résolution de l'écran. La résolution maximale est relativement faible, du fait de la taille minimale des ondulations, qui est de l'ordre de 0,3 mm. Avec des tailles d'ondulations de l'ordre de 0,8 à 1 mm, de tels écrans  
20 sont généralement utilisés pour la vidéo. Pour des applications graphiques en haute résolution, ces écrans posent des problèmes de Moiré locaux ou sur toute la surface de l'écran.

Un tel écran est décrit dans EP-A-0 241 986; il est prévu dans ce document de déposer entre les ondulations une matrice noire, de sorte à améliorer le contraste;  
25 cette matrice noire présente l'inconvénient d'absorber une partie de l'information. La transmittivité de ces écrans est de l'ordre de 55 %, et le contraste de l'ordre de 100. Les sociétés Dai Nippon Printing et Philipps proposent de tels écrans.

Au SID 99 (Symposium of International Display) de San José, Californie, tenu du 16.05.99 au 20.05.99, la société Dai Nippon Printing a présenté un nouvel écran  
30 lenticulaire, présentant une couche absorbant la lumière ambiante, appliquée directement sur la surface externe cylindrique des ondulations; l'amélioration annoncée par rapport au produit précédent est la suivante

	Ecran teinté	Ecran nouveau
Transmission optique	54%	57%
Retour R de la lumière ambiante	11%	6%

La luminosité et le contraste de cet écran restent moyens.

J.M. Tedesco et autres, Holographic Diffusers for LCD backlights and projection screens, SID 93 Digest, pp. 29-32, mentionne, pour des applications de rétroprojection, l'utilisation d'un écran formé d'une lentille de Fresnel, d'un diffuseur classique, et d'une telle matrice lenticulaire. La lentille de Fresnel forme une image  
5 de l'ouverture de la lentille dans une partie médiane de l'espace image. Le diffuseur assure une diffusion limitée de l'image dans le sens vertical, et la matrice lenticulaire assure l'étalement de l'image dans le sens horizontal.

Au SID 99, la société SARNOFF Corp. a présenté un nouvel écran lenticulaire à matrice noire améliorée, sans toutefois indiquer comment la matrice noire avait été  
10 améliorée; le contraste apparaît bon, mais la luminosité reste moyenne, du fait d'une transmission qui atteint au maximum 60 %.

En résumé, ces écrans lenticulaires présentent une résolution faible, une luminosité moyenne, une faible directivité horizontale, mais une forte directivité verticale et un contraste élevé si la matrice noire est conséquente; toutefois, dans ce  
15 cas, la luminosité est dégradée.

La société Physical Optics Corporation commercialise sous la marque DDS (Digital Display Screen) des écrans destinés à la rétroprojection ou pour les moniteurs de télévision ou d'ordinateur. Ces écrans sont formés d'un support en polycarbonate, en polyester ou en acrylique teinté, sur lequel est collé un diffuseur  
20 holographique. Le diffuseur holographique est du type décrit dans US-A-5 609 939, et permet de contrôler l'angle de vision, c'est-à-dire l'angle solide dans lequel est transmis la lumière projetée sur l'écran. Ces écrans constituent une solution au problème de la directivité; toutefois, l'écran en acrylique teinté proposé pour les applications de rétroprojection présente une luminosité faible, du fait de sa  
25 transmissivité qui n'est que de l'ordre de 50 %. En résumé, ces écrans assurent une bonne résolution, un contrôle efficace de la directivité dans le sens horizontal comme dans le sens vertical; le contraste et la transmissivité restent faibles du fait notamment de l'utilisation d'un matériau teinté dans la masse; un tel matériau présente une transmission trop faible pour assurer une bonne luminosité, et encore  
30 trop élevée pour assurer un bon contraste. Un contraste de l'ordre de 50 est habituel. D'autres fournisseurs de films holographiques transmissifs sont Denso (Japon), ou l'Institut National d'Optique (INO, Canada). Des films holographiques sont fournis par Physical Optics Corporation, ou encore par la société américaine Krystal Holographics International Inc.

35 L'article précité de J.M. Tedesco et autres propose d'associer un diffuseur holographique à une lentille de Fresnel pour pallier les problèmes posés par les matrices lenticulaires.

US-A-5 781 344 et US-A-5 563 738 décrivent des filtres à faible réflectance du type utilisé actuellement par la demanderesse pour des produits de rétroprojection. Ces filtres sont composés d'un support, d'une matrice opaque, et de billes qui sont enfoncées dans la matrice opaque de sorte à venir au contact du support. La lumière  
5 provenant du projecteur et focalisée par les billes traverse la matrice opaque uniquement lorsqu'elle passe au point de contact entre les billes et le support, ou au voisinage de celui-ci. Pour permettre de régler les propriétés optiques des filtres, ces documents suggèrent de prévoir au-dessus de la matrice opaque, du côté des billes, une ou plusieurs couches supplémentaires, entre les billes ou au-dessus de celles-ci.  
10 Afin d'améliorer le contraste, en diminuant la quantité de lumière passant entre les billes, il est proposé dans ce document de déposer au-dessus de la matrice opaque une couche opaque. Cette couche peut par exemple être générée par dépôt d'un pigment en poudre, et par chauffage du filtre jusqu'à ce que le pigment diffuse dans la partie supérieure de la matrice opaque.  
15 Ce filtre présente une haute résolution, du fait de la faible taille des billes et de leur proximité. Toutefois, le taux de remplissage de la surface arrière par les billes atteint à peine 70 %, ce qui diminue la luminance. On atteint typiquement une transmittivité de l'ordre de 50% et un contraste de l'ordre de 200.

Les sociétés Mems Optical Corporation et RPC aux U.S.A., proposent des  
20 réseaux de micro-lentilles. Ces micro-lentilles sont obtenues par des techniques de lithographie par attaque ionique, qui sont par exemple décrites dans la demande WO-A-98 32 590. Les micro-lentilles présentent une taille de 10 à 2000 microns, et sont disposés régulièrement, en cercle, suivant des hexagones, des carrés ou des rectangles. De telles micro-lentilles ne sont pas utilisées pour des applications de  
25 rétroprojection.

La société Polaroid a présenté au SID 99 un écran dédié exclusivement à la projection LCD (acronyme de l'anglais Liquid Crystal Display, afficheur à cristal liquide). Il s'agit d'un diffuseur muni d'un film polarisateur linéaire; dans la cellule LCD, un seul polarisateur linéaire n'est utile, croisé avec celui de l'écran. La lumière  
30 ambiante traverse le polarisateur de l'écran, est rétrodiffusée par le diffuseur, et de ce fait est absorbée en retraversant le polarisateur d'écran.

GB-A-389 611 décrit un écran de projection, dont la surface arrière – la surface sur laquelle arrive la lumière du projecteur – est formée d'un grand nombre de systèmes optiques focalisants. Ces systèmes optiques focalisent la lumière provenant  
35 d'une source à l'infini vers des ouvertures ménagées dans une couche noire. Il est suggéré de former ces ouvertures dans la couche noire en déposant un film photographique sur la surface arrière de l'écran, en exposant l'écran et en développant le film photographique. En collant sur la face avant de l'écran, au-dessus de la couche

noire un matériau transparent avec des irrégularités de surface, ou un matériau semi-transparent, l'écran est utilisable à la lumière du jour. Dans un mode de réalisation, les systèmes optiques focalisants de la surface arrière sont formés d'une superposition de deux réseaux comprenant chacun des lentilles cylindriques.

5 L'utilisation d'un matériau semi-transparent ou laiteux dans la masse fait considérablement diminuer le contraste de l'écran car il y a rétrodiffusion d'une partie non négligeable (de 30 à 40%) de la lumière ambiante vers l'utilisateur. Le fait d'utiliser comme diffuseur des irrégularités de surface d'un matériau transparent fait aussi diminuer le contraste. De ce fait, le contraste de l'écran proposé dans ce  
10 document est inférieur à 100.

GB-A-1 440 016 propose un écran de projection du même genre. Il est proposé dans ce document de prévoir sur la face avant d'un support d'éléments de focalisation une couche noire, de ménager des ouvertures dans la couche noire, et de prévoir un matériau diffuseur dans les ouvertures. Rien dans ce document n'indique comment  
15 former le matériau diffuseur dans les ouvertures de la couche noire.

Il est difficile pour les écrans proposés dans ces deux documents de contrôler la directivité des écrans, c'est-à-dire l'orientation des rayons lumineux en sortie de l'écran. En outre, ces écrans ne permettent pas d'offrir un bon contraste, en même temps qu'une surface avant présentant un aspect brillant. Les écrans de ces deux  
20 documents présentent en outre des aberrations importantes.

L'invention propose une solution aux différents problèmes des écrans de rétroprojection. Elle fournit un écran avec une excellente transmittivité de l'arrière vers l'avant, une bonne absorption de l'avant vers l'arrière; elle assure ainsi un excellent contraste. En outre, dans un mode de réalisation, elle permet de contrôler la  
25 directivité; elle évite aussi les effets de moiré provoqués par la périodicité des surfaces. Dans un autre mode de réalisation, l'invention propose aussi un écran dont la surface avant présente un aspect brillant, et qui présente néanmoins un excellent contraste et une directivité contrôlée.

Plus précisément, l'invention propose un écran, comprenant un support avec  
30 des éléments de focalisation, et une couche opaque avec des ouvertures pour laisser passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation.

Dans un mode de réalisation, la couche opaque est voisine des points de focalisation des éléments de focalisation.

De préférence, les ouvertures sont non-ponctuelles.

35 Dans un mode de réalisation, les ouvertures présentent une dimension comprise entre 2 micromètres et 200 micromètres.

Dans un autre mode de réalisation, les ouvertures représentent moins de 10% de la surface de la couche opaque, et de préférence moins de 5% de cette surface.

Dans encore un autre mode de réalisation, l'écran présente un contraste supérieur à 250, et de préférence supérieur à 5 00.

De préférence, les éléments de focalisation présentent une dimension comprise entre 20 micromètres et 1 millimètre.

5 Dans un mode de réalisation, l'écran présente une transmittivité supérieure à 70%.

Dans un autre mode de réalisation, le carré  $(\phi_{\text{trous}}/\phi_{\text{focalisation}})^2$  du rapport entre la dimension  $\phi_{\text{trous}}$  des ouvertures et la dimension  $\phi_{\text{focalisation}}$  des éléments de focalisation est inférieur ou égal à 10%, de préférence inférieur ou égal à 5%.

10 Dans le cas d'éléments de focalisation lenticulaires, le rapport entre la largeur de l'ouverture transparente en forme de ligne et la distance entre deux lignes adjacentes dans la couche opaque est avantageusement inférieur ou égal à 10%, de préférence inférieur ou égal à 5%.

Avantageusement, le taux de remplissage par les éléments de focalisation est  
15 supérieur ou égal à 90%.

Les éléments de focalisation peuvent comprendre des micro-billes. Dans ce cas, l'écran présente de préférence une transmittivité supérieure ou égale à 80%, de préférence supérieure ou égale à 85%.

Les éléments de focalisation peuvent aussi comprendre des micro-lentilles ou  
20 des éléments lenticulaires. Dans ce cas, l'écran présente de préférence une transmittivité supérieure ou égale à 90%, de préférence supérieure ou égale à 95%.

Dans un mode de réalisation, l'écran comprend en outre un diffuseur adjacent à la couche opaque; il s'agit avantageusement d'un diffuseur contrôlant la directivité, comme un diffuseur holographique.

25 Il est avantageux que l'écran comprenne une couche d'écartement entre le support et le diffuseur, de préférence d'une épaisseur de quelques microns à quelques dizaines de microns. Dans ce cas, la surface active du diffuseur peut être dirigée vers la couche d'écartement. On peut encore prévoir une plaque transparente adjacente au diffuseur et collée à celui-ci. Dans encore un mode de réalisation, l'écran comprend  
30 un réflecteur adjacent à la couche opaque; il s'agit de préférence d'un réflecteur contrôlant la directivité.

L'invention propose aussi un procédé de fabrication d'un écran, comprenant les étapes de :

- 35 - fourniture d'un support présentant une pluralité d'éléments de focalisation, et d'un matériau s'étendant en couche au voisinage des points de focalisation des dits éléments de focalisation;
- irradiation du matériau à travers les éléments de focalisation ;

- formation en utilisant le matériau irradié d'une couche opaque présentant des ouvertures.

Dans un mode de mise en œuvre, les éléments de focalisation comprennent des micro-lentilles, des éléments lenticulaires ou des micro-billes.

- 5       Avantageusement, le procédé comprend dans ce cas une étape de formation d'une deuxième couche opaque entre les micro-billes, préalable à l'étape d'irradiation.

Dans un mode de mise en œuvre, le matériau est une résine photosensible positive opaque, et l'étape de formation comprend le développement de la résine.

- 10       Dans un autre mode de mise en œuvre le matériau est un matériau destructible par irradiation, et l'étape de formation s'effectue par destruction du matériau en même temps que l'étape d'irradiation.

Dans encore un mode de mise en œuvre, le matériau est un matériau photographique positif, et l'étape de formation comprend le développement du matériau photographique.

- 15       Dans encore un autre mode de mise en œuvre, le matériau est un matériau décolorable par irradiation, et l'étape de formation s'effectue par décoloration du matériau en même temps que l'étape d'irradiation.

On peut aussi prévoir les étapes de :

- 20
  - formation sur le support ou la couche opaque d'une couche d'écartement d'une épaisseur de quelques microns à quelques dizaines de microns;
  - formation d'ouvertures dans la dite couche, en correspondance aux points de focalisation des dits éléments de focalisation; et
  - collage d'un diffuseur sur la dite couche, une face active du diffuseur étant tournée vers la dite couche.

- 25       Dans ce cas, il est avantageux se prévoir aussi une étape d'application par collage d'une plaque transparente sur le diffuseur.

L'invention propose enfin un écran présentant un contraste supérieur à 250, et de préférence supérieur à 500.

- 30       D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnée à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés, qui montrent

- 35
  - figure 1, une représentation schématique en coupe d'un écran selon un premier mode de réalisation de l'invention;
  - figure 2, une représentation schématique en coupe d'un écran selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;
  - figure 3, une représentation schématique en coupe d'un écran selon un troisième mode de réalisation de l'invention;

- figure 4, une représentation schématique d'un écran selon un quatrième mode de réalisation, au voisinage du centre de l'écran ;
- figure 5, une représentation schématique de l'écran de la figure 4, au voisinage de son bord;
- 5    - figure 6, une représentation schématique en coupe d'un écran selon un quatrième mode de réalisation de l'invention;
- figure 7, une représentation schématique en coupe d'un écran selon un cinquième mode de réalisation de l'invention.

L'invention propose un écran formé d'un ensemble d'éléments de focalisation, 10 auquel est associée une couche opaque, avec des ouvertures transparentes, pour laisser passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation. L'écran de l'invention peut être utilisé pour la rétroprojection, comme les écrans des figures 1 à 3, ou pour la projection frontale pour les écrans des figures 4 et 5.

Les éléments de focalisation peuvent par exemple comprendre des micro-billes, 15 comme dans les modes de réalisation de la figure 3, ou aussi des micro-lentilles ou éléments lenticulaires, comme dans les modes de réalisation des figures 1 et 2. Ces éléments de focalisation assurent une forte luminance, et une transmission quasi-totale de la lumière projetée sur l'arrière de l'écran vers l'avant de l'écran; ceci est notamment le cas pour des micro-lentilles ou des éléments lenticulaires, pour 20 lesquels le taux de remplissage peut atteindre ou dépasser 90 %, voire 95 %. La transmittivité peut dépasser 70%; elle atteint typiquement 90%, voire 95% sans couche holographique, dans le cas où les éléments focalisants sont des micro-lentilles ou des éléments lenticulaires. Elle atteint 80%, voire 85% sans couche holographique, dans le cas où les éléments focalisants sont des micro-billes.

Il est particulièrement avantageux que la longueur focale de ces éléments de 25 focalisation soit assez longue, de sorte à minimiser les aberrations chromatiques. Typiquement, on choisira de préférence une longueur focale supérieure ou égale à 1,5 mm, par exemple voisine de 2 mm. Pour des éléments de focalisation présentant dans le plan de l'écran une taille de l'ordre de 300  $\mu\text{m}$ , une telle longueur focale 30 assure que la lumière focalisée par les éléments de focalisation est contenu dans un cône d'angle au centre supérieur à  $5,7^\circ$  ( $\arctan(0,150/1,5)$ ), ce qui minimise les aberrations induites par les éléments de focalisation.

Du fait que la couche opaque présente des ouvertures transparentes pour laisser 35 passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation, mais absorbe la lumière incidente, l'écran de l'invention permet d'atteindre un contraste élevé; on peut atteindre des contrastes de 250 ou plus, voire des contrastes supérieurs à 500. On peut prévoir des trous de dimension entre quelques micromètres et quelques dizaines de micromètres, voire 200 micromètres pour des micro-lentilles de 1 mm. La surface

opaque peut représenter plus de 90%, voire plus de 95% de la surface de l'écran, de sorte à absorber quasiment toute la lumière incidente sur l'écran.

Une autre définition de l'invention peut être donnée par le rapport entre la dimension des ouvertures— leur diamètre  $\phi_{\text{trous}}$  si elles sont circulaires — et la  
5 dimension des éléments de focalisation — leur diamètre  $\phi_{\text{focalisation}}$  s'ils sont circulaires. De préférence, le carré  $(\phi_{\text{trous}}/\phi_{\text{focalisation}})^2$  de ce rapport est inférieur ou égal à 10%, voire inférieur ou égal à 5%.

Dans le cas d'éléments de focalisation lenticulaires, les ouvertures dans la couche opaque présentent la forme de lignes; cette relation s'écrit alors : le rapport  
10 entre la largeur de l'ouverture transparente en forme de ligne et la distance entre deux ouvertures ou lignes adjacentes dans la couche opaque est inférieur ou égal à 10%, de préférence inférieur ou égal à 5%.

On peut aussi prévoir que la dimension des ouvertures est inférieure à 20% de la dimension des éléments de focalisation. Dans le cas d'éléments lenticulaires, la  
15 largeur des lignes ou ouvertures est inférieure à 10 ou 5% de la largeur des éléments lenticulaires.

Chaque élément de focalisation assure une focalisation de la lumière projetée; le matériau formant la couche opaque est disposé de sorte que les ouvertures laissent passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation, pour maximiser la  
20 luminance du projecteur, et donc le contraste.

L'invention propose en outre un procédé de fabrication d'écran, qui assure un fort contraste. Pour assurer ce contraste, le procédé de l'invention propose de former la couche opaque par irradiation à travers les éléments de focalisation. Le procédé s'applique particulièrement à la fabrication d'écran tels que ceux qui sont décrits ci-  
25 dessous.

La figure 1 montre une représentation schématique en coupe d'un écran selon un premier mode de réalisation de l'invention; dans ce mode de réalisation, les éléments de focalisation sont composés de micro-lentilles; on pourrait aussi utiliser des éléments lenticulaires, et dans ce cas, la figure 1 est une vue en coupe dans un  
30 plan perpendiculaire à la direction d'invariance des éléments lenticulaires. L'écran de la figure 1 présente un support 2 présentant sur une surface arrière 4 une pluralité de micro-lentilles 6. On peut utiliser comme support à micro-lentilles les produits commercialisés par les sociétés Mems Optical et RPC mentionnées plus haut. La forme et la disposition des micro-lentilles peuvent être choisies en fonction de  
35 l'application, et on peut par exemple utiliser des micro-lentilles allongées pour disposer d'une directivité plus faible dans une direction. De telles formes de micro-lentilles peuvent être utilisées en remplacement d'un diffuseur holographique du type

discuté plus bas, ou encore en combinaison avec un tel diffuseur holographique, pour renforcer l'efficacité du diffuseur holographique du point de vue de la directivité.

Sur la surface avant 8 du support 2 est disposée une couche opaque 10. Dans le mode de réalisation de la figure, les micro-lentilles sont choisies de sorte que leur point de focalisation soit voisin de la couche opaque, et de préférence se trouve dans le plan médian 11 de la couche opaque. En pratique, pour des couches opaques fines, il suffit que le point de focalisation des micro-lentilles soit voisin de la surface avant du support 8.

La couche opaque présente des ouvertures 12, qui laissent passer la lumière focalisée par les micro-lentilles. Ces ouvertures dans la couche opaque sont disposées de sorte à laisser passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation, et sont d'une dimension suffisamment faible pour permettre d'obtenir un contraste élevé. La dimension des ouvertures peut par exemple être inférieure à 20% de la dimension des micro-lentilles. On peut aussi simplement prévoir que les ouvertures représentent moins de 10%, voire moins de 5% de la surface de la couche opaque, ou encore que le carré du rapport  $(\phi_{\text{trous}}/\phi_{\text{focalisation}})^2$  entre la dimension des ouvertures et la dimension des micro-lentilles est inférieur à 10%, voire de préférence inférieur à 5%. Dans le cas d'éléments lenticulaires, comme expliqué plus haut, ce rapport est transformé en le rapport entre la largeur des ouvertures en forme de ligne et la distance entre des ouvertures adjacentes.

En pratique, la solution la plus simple pour obtenir des ouvertures de faible dimension, et donc un contraste élevé, consiste à disposer la couche opaque au voisinage des points de focalisation des éléments de focalisation, comme dans le mode de réalisation de la figure 1; ceci n'est pas indispensable si les ouvertures sont d'une dimension suffisamment faible par rapport à l'ensemble de la couche opaque, ou par rapport à la dimension des éléments de focalisation. Plus généralement les rayons traversant la couche opaque peuvent être convergents ou divergents. Dans le mode de réalisation de la figure 7, on utilise des rayons divergents.

La nature de la couche opaque et son procédé de fabrication sont par exemple ceux indiqués ci-dessous. On entend par ouverture une zone dans laquelle la couche opaque ne s'étend pas ou laisse passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation. Ces ouvertures sont en fait transparentes pour la lumière utilisée dans le rétroprojecteur.

L'écran peut encore présenter un substrat de support 14, en verre ou en plastique, avec le cas échéant une couche anti-reflet 16.

L'écran de la figure 1 assure une très bonne luminance. De fait, le taux de remplissage du support 2 par les micro-lentilles peut dépasser 90%, voire 95 %. De la sorte, quasiment l'ensemble de la lumière projetée sur la face arrière de l'écran est

condensé par les micro-lentilles et traverse la couche opaque pour être visible par les utilisateurs de l'écran. En outre, l'atténuation provoquée par un support à micro-lentilles est quasiment nulle, dans la mesure où l'on peut utiliser pour sa fabrication un matériau transparent.

5 L'écran assure en outre un très bon contraste. Comme les points focaux des micro-lentilles sont voisins de la couche opaque, et sont de préférence dans la couche opaque, celle-ci peut s'étendre sur une proportion importante de la surface de l'écran. A titre d'exemple, pour des micro-lentilles disposées en hexagone et espacées de 205 microns, d'un diamètre unitaire de 200 microns, sur un support d'épaisseur 700  
10 microns, avec une distance focale de 600 microns, on peut prévoir au voisinage du point focal de chaque micro-lentille une ouverture 12 de diamètre de l'ordre de 35 microns; dans une telle configuration, chaque ouverture laisse passer la lumière focalisée par un élément de focalisation, et le carré du rapport  $(\phi_{\text{trous}}/\phi_{\text{focalisation}})^2$  entre le diamètre des trous et le diamètre des micro-lentilles est de l'ordre de 3%. La  
15 couche opaque s'étend sur plus de 95% de la surface de l'écran, et le contraste est supérieur à 300 sous un éclairage de 1000 lux.

L'écran assure en outre une bonne résolution. En effet, la résolution ne dépend que de la taille des micro-lentilles, et de la distance entre celles-ci. Dans l'exemple, la résolution est de l'ordre de 200 microns.

20 L'écran de la figure 1 est particulièrement adapté à la rétroprojection analogique. Il peut aussi être utilisé pour la rétroprojection numérique; dans ce cas, il est avantageux pour éviter les effets de moiré sur l'écran de disposer les micro-lentilles en correspondance des pixels projetés ou affichés.

La figure 2 montre une représentation schématique en coupe d'un écran selon  
25 un deuxième mode de réalisation de l'invention; le mode de réalisation de la figure 2, par rapport à celui de la figure 1, permet de contrôler la directivité de l'écran, et d'éviter dans des applications numériques les effets de moiré sans pour autant devoir aligner les micro-lentilles et les pixels projetés. Comme dans le cas de la figure 1, les éléments de focalisation peuvent être constitués d'éléments lenticulaires.

30 L'écran de la figure 2 présente un support 22 présentant sur une surface arrière 24 une pluralité de micro-lentilles 26. Sur la surface avant 28 du support est fixé, par exemple par lamination, un diffuseur 30 contrôlant la directivité, par exemple un diffuseur holographique du type commercialisé par la société Physical Optics Corporation; on peut aussi utiliser les films des autres fournisseurs mentionnés plus  
35 haut. Dans l'exemple de la figure, le diffuseur 30 présente une surface lisse 32 qui est disposée, par exemple collée, contre la surface avant 28 du support 22. La surface 34 du diffuseur 30 présentant l'impression ou le gaufrage holographique couverte d'une couche opaque 36.

Comme dans le mode de réalisation de la figure 1, les micro-lentilles sont conformées, en fonction de l'épaisseur du diffuseur 30, de sorte que le point focal de chaque micro-lentille soit voisin de la couche opaque. Celle-ci présente, comme dans le cas de la figure 1, des ouvertures 38 à proximité des points focaux des micro-lentilles, qui laissent passer la lumière concentrée par les micro-lentilles et diffusée par le diffuseur 30. Comme le diffuseur est voisin de la couche opaque, les rayons lumineux déviés par le diffuseur traversent les ouvertures de la couche opaque. La nature de la couche opaque et son procédé de fabrication sont ceux indiqués ci-dessous.

10 L'écran présente ensuite un substrat 40 en verre ou en plastique, avec le cas échéant une couche anti-reflet sur sa surface avant 42. De préférence, pour améliorer le fonctionnement du diffuseur holographique, le substrat est assemblé par collage à l'aide de points de colles, qui ne recouvrent pas les ouvertures; on assure ainsi que la colle éventuelle ne perturbe pas le fonctionnement du diffuseur holographique au  
15 voisinage des ouvertures. On peut pour déposer la colle utiliser les techniques connues en micro-électronique. On peut aussi utiliser simplement des points de colle, recouvrant une faible surface de l'écran, y compris le cas échéant des ouvertures: si la surface de colle est faible par rapport à la surface de l'écran, l'effet de la colle peut alors être négligé. On peut aussi utiliser des espaceurs de quelques microns entre le  
20 diffuseur holographique et le substrat. Si nécessaire, le substrat 40 est muni d'une couche anti-reflet sur ses deux faces.

L'écran de la figure 2 présente tous les avantages de celui de la figure 1. La présence du diffuseur 30 permet en outre de contrôler la directivité; l'effet du diffuseur sur la luminance est faible; les diffuseurs holographiques fournis par la  
25 société Physical Optics Corporation présentent par exemple une transmissivité supérieure à 90% dans le sens de l'arrière vers l'avant. Le diffuseur n'a pas d'effet sur la lumière incidente sur la face avant de l'écran, et le contraste reste du même ordre que pour l'écran de la figure 1.

En outre, les quelques 10 % de lumière rétrodiffusée soit traversent les micro-lentilles et sont absorbés dans le rétroprojecteur à parois internes noircies, soit sont réfractés par réfraction totale à travers les micro-lentilles et sont dirigés vers l'avant où ils sont absorbés à 95 % par la couche noire d'écran.

L'écran de la figure 2 peut aussi être utilisé plus facilement pour des rétroprojections numériques; la présence du diffuseur 30 évite les effets de moiré  
35 provoqués par la périodicité des pixels projetés et des micro-lentilles, sans qu'il soit nécessaire d'aligner les pixels projetés et les micro-lentilles.

On peut utiliser l'enseignement des exemples de réalisation des figures 1 et 2, avec des éléments de focalisation qui sont des micro-billes. Les diverses

caractéristiques des écrans sont alors les mêmes, et notamment les dimensions relatives des ouvertures et des éléments de focalisation ou les dimensions relatives des ouvertures et la couche opaque peuvent être les mêmes.

On décrit maintenant un procédé de fabrication d'un écran; ce procédé s'applique avantageusement à la fabrication d'un écran du genre de ceux représentés aux figures 1 et 2. Le procédé comprend essentiellement la formation par irradiation à travers des éléments de focalisation des ouvertures dans la couche opaque pour laisser passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation.

La nature de l'irradiation dépend de la nature de la couche opaque; des exemples sont donnés maintenant, dans le cas d'éléments de focalisation formés de micro-lentilles. Dans les exemples, on constatera que l'irradiation s'effectue soit directement sur la couche opaque, soit sur un matériau permettant ultérieurement la formation de la couche opaque. Dans tous les cas, la couche ou le matériau sont avantageusement disposés à la place de la couche opaque dans l'écran terminé.

Dans un premier mode de réalisation, la couche opaque est formée par photolithographie. Le procédé comprend alors une première étape de fourniture d'un support avec des micro-lentilles, et le cas échéant un diffuseur. Dans une deuxième étape, on dépose sur le support une résine photosensible positive, chargée préalablement avec des particules pour la rendre opaque. Dans le cas d'une couche opaque de couleur noire, pour des applications de projection en couleurs, on peut utiliser des particules de carbone, de ferrite noire, ou d'oxyde de cobalt. On peut par exemple utiliser comme résine la résine de type AZ vendue par la société Shipley.

Le procédé comprend ensuite une étape d'irradiation de la résine photosensible, par l'arrière, i. e. à travers les micro-lentilles, avec un rayonnement approprié à la nature de la résine. On comprend que la lumière utilisée pour l'irradiation est concentrée au voisinage des points focaux des micro-lentilles, et que la résine est donc exposée au voisinage de ces points focaux. L'irradiation est poursuivie pendant une durée suffisante pour exposer la résine de sorte à laisser ensuite passer la lumière focalisée par les micro-lentilles; la présence de particules opaques augmente la durée d'irradiation par rapport à la durée de consigne, mais une irradiation plus longue permet d'exposer la résine.

Il est avantageux que l'irradiation de la résine soit effectuée par une lumière dirigée comme la lumière ensuite projetée lors de l'utilisation de l'écran. Ainsi, si l'on utilise ensuite l'écran avec une source ponctuelle disposée en une position donnée par rapport à l'écran, on peut pour l'irradiation disposer la source d'irradiation dans la même position par rapport à l'écran. On améliore ainsi la transmittivité pour la lumière provenant directement de la source, et particulièrement sur les bords. Ceci

est vrai non seulement pour le premier mode de réalisation maintenant décrit, mais aussi pour l'ensemble des modes de réalisation du procédé de l'invention.

Après l'étape d'irradiation, le procédé comprend une étape de développement de la résine, qui permet d'enlever la résine qui a été exposée.

5 Les techniques de photolithographie sont bien connues en tant que telles de l'homme du métier, et peuvent être appliquées sans difficultés.

Dans le premier mode de réalisation, le matériau est donc une résine photosensible positive chargée en particules opaques, et la formation de la couche opaque s'effectue en développant la résine et en enlevant la résine exposée lors de  
10 l'irradiation, aux points focaux des micro-lentilles, ou au voisinage de ceux-ci. Dans ce cas, l'épaisseur de la couche opaque est typiquement de quelques microns.

Dans un deuxième mode de réalisation, la couche opaque est formée par irradiation, de sorte à détruire le matériau formant la couche opaque au voisinage des points focaux des micro-lentilles. Comme dans le premier mode de réalisation, le  
15 procédé comprend une première étape de fourniture d'un support avec des micro-lentilles, et le cas échéant un diffuseur. Dans une deuxième étape, on dépose directement sur le support le matériau destiné à former la couche opaque. On peut utiliser tout matériau opaque susceptible d'être détruit par irradiation d'un rayonnement concentré par les lentilles, et par exemple, on peut utiliser un film  
20 plastique noir, qui peut être percé par un laser au CO<sub>2</sub> à une longueur d'onde de 600 ou 800 nm. Dans ce cas, l'épaisseur de la couche opaque est typiquement de 2 à 3 microns.

Le procédé comprend ensuite une étape d'irradiation de la couche opaque, par l'arrière, i. e. à travers les micro-lentilles, avec un rayonnement approprié à la nature  
25 de la couche opaque. Dans l'exemple de produit donné plus haut, on peut utiliser un rayonnement laser. Comme dans le premier mode de réalisation, on comprend que la lumière utilisée pour l'irradiation est concentrée au voisinage des points focaux des micro-lentilles : la couche opaque est donc détruite au voisinage des points focaux des micro-lentilles. On peut le cas échéant prévoir une étape de lavage.

30 Dans ce deuxième mode de réalisation, le matériau irradié est directement le matériau de la couche opaque, et la formation de la couche opaque s'effectue lors de l'irradiation, par destruction du matériau.

Dans un troisième mode de réalisation, on forme la couche opaque par photographie, à l'aide d'un film ou d'un matériau photographique positif. Le procédé  
35 comprend une première étape de fourniture d'un support avec des micro-lentilles, et le cas échéant un diffuseur. Dans une deuxième étape, on dépose sur le support un film photographique positif. De tels films sont connus en soi, et largement

disponibles sur le marché, notamment auprès de Kodak, Agfa ou Fuji. Dans ce cas, l'épaisseur de la couche opaque est typiquement inférieure à 1 micron.

Le procédé comprend ensuite une étape d'irradiation de la couche opaque, par l'arrière, i. e. à travers les micro-lentilles, avec un rayonnement approprié à la nature  
5 de la couche opaque. Pour du film photographique positif, on peut simplement utiliser une lumière actinique quelconque, et tout simplement de la lumière blanche. La lumière utilisée pour l'irradiation est concentrée au voisinage des points focaux des micro-lentilles : le film est donc exposé au voisinage des points focaux des micro-lentilles. On peut ensuite procéder au développement du film photographique.

10 Après développement, le film est transparent au voisinage des points focaux des lentilles, et est noir - ou de toute autre couleur choisie - ailleurs. Comme précédemment, on peut alors déposer une couche protectrice, un substrat ou autre.

Dans ce troisième mode de réalisation, le matériau est donc un film photographique; on peut aussi déposer directement sur le support ou l'hologramme  
15 un matériau photographique positif, ce qui évite le problème de développement du film depuis ses deux faces. Si on utilise un film photographique à développer sur ses deux faces, on peut procéder au développement préalable de la face du film destinée à être appliquée contre le support ou le diffuseur holographique.

Dans le troisième mode de réalisation, l'étape de formation de la couche  
20 opaque comprend simplement le développement du film photographique, ou du matériau photographique.

Dans un quatrième mode de réalisation, on forme la couche opaque par décoloration d'un matériau. Le procédé comprend toujours une première étape de fourniture d'un support avec des micro-lentilles, et le cas échéant un diffuseur. Dans  
25 une deuxième étape, on dépose sur le support un matériau susceptible d'être décoloré par irradiation; on peut par exemple utiliser les films vendus par la société Westlake sous l'appellation "Acetal film" qui peuvent être décolorés par application d'un laser autour de 600 nm. On peut aussi appliquer directement le produit actif correspondant. Si nécessaire, on prévoit des espaceurs ou intercalaires entre le support et le film. On notera que les films "Acetal films" sont disponibles en diverses  
30 couleurs. Dans ce cas, l'épaisseur de la couche opaque est typiquement de quelques microns.

Le procédé comprend ensuite une étape d'irradiation de la couche opaque, par l'arrière, i. e. à travers les micro-lentilles, avec un rayonnement approprié à la nature  
35 de la couche opaque. Pour ce quatrième mode de réalisation, on utilise la lumière prévue pour décolorer le matériau. Cette lumière est concentrée au voisinage des points focaux des micro-lentilles : le matériau est donc décoloré au voisinage des points focaux des micro-lentilles. Après l'irradiation, le matériau est transparent au

voisinage des points focaux des lentilles, et est opaque ailleurs. On peut alors si nécessaire déposer une couche protectrice, un substrat, ou une couche anti-reflet.

Dans ce quatrième mode de réalisation, le matériau est le matériau de la couche opaque, et la formation de la couche opaque s'effectue en même temps que  
5 l'irradiation par décoloration du matériau.

On pourrait aussi utiliser une décoloration de verres rendus opaques en surface, qui sont rendus transparents par irradiation (précipitation métallique transformée en oxydes transparents par irradiation).

En comparaison du procédé de formation d'une couche opaque décrit dans US-  
10 A-5 563 738, le procédé de l'invention assure la formation de véritables ouvertures dans la couche opaque, d'une dimension contrôlée; on assure ainsi une transmission adéquate sur toute la surface de l'écran. On augmente ainsi la transmittivité de l'écran, et donc le contraste. Dans ce brevet américain, l'opacité de la couche de liaison des micro-billes est choisie de sorte à laisser passer la lumière projetée de  
15 l'arrière vers l'avant, autour des points de contact entre les micro-billes et leur support; ceci plaide en faveur d'une faible opacité. Toutefois, l'opacité est nécessaire pour absorber la lumière incidente sur la face avant de l'écran. L'opacité de la couche de liaison est donc le résultat d'un compromis entre la transmittivité de l'arrière vers l'avant, et l'absorption de l'avant vers l'arrière. L'invention permet d'éviter ce  
20 compromis, et de fournir une couche de liaison des billes très opaque, tout en conservant une bonne transmittivité dans le sens de l'arrière vers l'avant.

Le procédé de l'invention s'applique aussi bien au cas d'éléments focalisants qui ne sont pas des micro-lentilles, mais des billes, comme dans le brevet US-A-  
5 563 738. Dans ce cas, le procédé de l'invention permet d'améliorer encore le  
25 contraste des écrans. Le procédé est décrit en référence à la figure 3, qui montre un exemple de support à micro-billes.

Le support 44 est recouvert d'une couche opaque 46, puis d'une couche de liaison 48, dans laquelle sont disposées des micro-billes 50. On forme ensuite une  
30 deuxième couche opaque 52, par-dessus la couche de liaison; cette deuxième couche opaque permet de limiter la lumière transmise à travers les interstices entre les billes lors de l'étape d'irradiation. On peut ensuite former d'autres couches, comme expliqué dans le brevet précité, pour mieux contrôler la focalisation par les micro-billes.

On procède ensuite à la formation d'ouvertures 54 dans la couche opaque, selon  
35 l'invention. Le procédé comprend donc une étape d'irradiation de la couche opaque 46, par l'arrière, i. e. à travers les micro-billes, avec un rayonnement approprié à la nature de la couche opaque. Du fait de la présence de la deuxième couche opaque 52, la lumière passant entre les micro-billes n'irradie pas la première couche opaque 46.

On peut notamment appliquer les deuxième et quatrième modes de réalisation décrits plus haut, et procéder à la destruction ou à la décoloration du matériau de la couche opaque. Ces modes de réalisation sont intéressants pour la structure de la figure 3, en ce qu'ils peuvent être utilisés sans accès à la couche opaque.

5 On forme de la sorte de réelles ouvertures dans la couche opaque 46; comme expliqué ci dessus, on peut de ce fait utiliser un matériau très opaque pour la couche opaque. Il est clair qu'après la formation des ouvertures, la deuxième couche opaque 52 n'est plus indispensable, car la lumière passant entre les billes est arrêtée par la première couche opaque 46. On peut donc l'enlever, et la remplacer par d'autres  
10 couches.

Comme ceci est expliqué en référence à la figure 2 dans le mode de réalisation utilisant des micro-lentilles, on peut pour le mode de réalisation de la figure 3 ajouter un diffuseur, et notamment un diffuseur holographique.

En référence aux figures 4 et 5 est décrit un quatrième mode de réalisation de  
15 l'invention, qui fournit un écran utilisable pour une projection frontale. L'écran des figures 4 et 5 présente une structure analogue à celle de l'écran de la figure 2, mais avec un réflecteur.

Plus précisément, l'écran comprend un support 60 avec des éléments de focalisation – dans l'exemple de la figure des micro-lentilles 61. Au voisinage des  
20 points focaux des micro-lentilles, sur la face du support opposée aux micro-lentilles, est prévu une couche opaque 62, avec des ouvertures 63. Les ouvertures peuvent présenter les mêmes caractéristiques que les ouvertures discutées plus haut en référence aux figures 1 à 3. L'écran présente encore un réflecteur 65, qui réfléchit la lumière passant par les ouvertures. Il s'agit avantageusement d'un réflecteur  
25 holographique, par exemple d'un diffuseur holographique présentant un film réflecteur en aluminium externe; un tel réflecteur holographique est commercialisé par la société Physical Optics Corporation, et permet de contrôler la directivité de la lumière réfléchie. On peut aussi utiliser les réflecteurs de la société américaine Krystal Holographics International, Inc. On peut encore utiliser comme réflecteur les  
30 structures à micro-prismes ou autres bien connues en soi de l'homme du métier. Ces structures permettent de réfléchir la lumière, avec un angle contrôlé. L'ensemble peut être collé sur un substrat 67 en verre ou en plastique.

L'écran de la figure 4 peut être obtenu par les mêmes procédés que ceux décrits plus haut. Pour assurer un fonctionnement optimal de l'écran, et notamment pour  
35 assurer que les rayons projetés sur les bords sont réfléchis vers le spectateur, il est avantageux que l'étape d'irradiation soit effectuée avec une source disposée à l'endroit où doit ultérieurement être disposé le projecteur.

Le fonctionnement de l'écran en projection frontale est expliqué en référence aux figures 4 et 5. Il repose sur le principe que la lumière projetée sur l'écran provient d'une direction donnée, qui est celle du projecteur, alors que la lumière ambiante arrive de toutes les directions; la lumière du projecteur est alors  
5 sensiblement entièrement focalisée par les éléments de focalisation, et réfléchi par le réflecteur, dans la direction de l'utilisateur. Le fait d'utiliser un réflecteur holographique permet dans ce cas de contrôler la direction de réflexion de la lumière provenant du projecteur, et notamment de renvoyer vers le spectateur la lumière projetée sur les bords de l'écran. En revanche, la lumière ambiante, qui ne provient a  
10 priori pas du projecteur, est réfractée par les éléments de focalisation sur la couche opaque; elle est donc absorbée. L'écran présente donc un contraste beaucoup plus important que les écrans de projection classiques, et notamment plus important que les écrans diffusants, que les écrans perlés ou même que les écrans holographiques aluminisés commercialisés par la société Physical Optics Corporation. Il permet une  
15 projection dans une salle éclairée, sans qu'il ne soit nécessaire de supprimer toute lumière ambiante. Cette caractéristique est nouvelle et importante, et permet notamment une projection LCD à bas coût en salles de réunions, bureaux d'études ou autres lieux normalement éclairés.

La figure 4 montre l'écran, au voisinage de son centre. La figure 5 montre  
20 l'écran au voisinage de son bord. En traits pleins apparaissent les rayons incidents sur l'écran provenant du projecteur, qui sont majoritairement focalisés dans les ouvertures de la couche opaque, et réfléchis par le réflecteur vers les spectateurs; en traits pointillés apparaissent des rayons incidents de la lumière ambiante, qui sont majoritairement absorbés par la couche opaque. L'angle  $\alpha$  sur les figures 4 et 5  
25 représente le secteur angulaire dans lequel est renvoyée la lumière collimatée ou sensiblement collimatée provenant du projecteur; comme le montre la figure 4, pour le centre de l'écran, la lumière est renvoyée dans un secteur angulaire d'axe sensiblement perpendiculaire à l'écran, vers le public. Comme le montre la figure 5, sur les bords de l'écran, la lumière est renvoyée vers le centre de l'écran, dans un  
30 secteur angulaire qui est dirigé vers le public.

La figure 6 montre une représentation schématique en coupe d'un écran selon un quatrième mode de réalisation de l'invention; dans le mode de réalisation de la figure 6, on utilise comme éléments de focalisation des micro-lentilles, comme dans le mode de réalisation des figures 1 et 2. On peut aussi utiliser comme éléments de  
35 focalisation des éléments lenticulaires, ou encore des réseaux lenticulaires croisés, comme suggéré dans la demande GB-A-369 611. Comme indiqué plus haut il est avantageux que les micro-lentilles 76 formées sur la face arrière 74 du support 72 présentent une focale importante, et typiquement une focale au moins cinq fois

supérieure à leur taille. Dans l'exemple de micro-lentilles d'un rayon de l'ordre de 300  $\mu\text{m}$ , la focale est ainsi supérieure à 1,5 mm. Plus généralement, une focale autour de 2 mm, par exemple entre 1,5 et 3 mm, est avantageuse.

5 Sur la face avant du support 72 est prévue une couche opaque 78, muni d'ouvertures 80 au voisinage des points de focalisation des éléments de focalisation. Cette couche opaque et ses ouvertures peuvent être réalisées par l'un des procédés proposés plus haut. Il est avantageux dans ce mode de réalisation aussi que le rapport entre la surface des ouvertures et la surface totale de la couche opaque soit inférieur à 10%, voire inférieur à 5%.

10 Sur la couche opaque est collé par une colle 81 un diffuseur holographique 82, dont la face avant présente le gaufrage holographique. Le fait de disposer le diffuseur dans ce sens, c'est-à-dire la face lisse contre la couche opaque présente les avantages suivants. D'une part, on évite toute trace de colle sur le gaufrage holographique, ce qui préserve la directivité de l'écran. Il n'est pas nécessaire de prévoir dans ce mode  
15 de réalisation un mode d'encollage complexe pour éviter de coller l'écran holographique. Comme représenté sur la figure, la colle peut être appliquée sur la couche opaque et dans les ouvertures, sur une épaisseur qui peut être importante : pour respecter la résolution, il suffit que l'épaisseur de la couche de colle 81 et du diffuseur 82 reste inférieure à la distance focale des éléments de focalisation. On peut  
20 donc prévoir une épaisseur de colle conséquente, par exemple de l'ordre de 0,5 mm, ce qui est avantageux en cas de conditions climatiques difficiles (hygrométrie et température).

En outre, du fait que l'écran holographique est tourné vers l'extérieur, la lumière ambiante incidente dans le cône d'émission est transmise vers le projecteur;  
25 le reste de la lumière incidente est quasiment totalement absorbé dans la couche opaque; l'écran présente donc un contraste important. Il présente une couleur noire sombre et franche, à l'inverse des dispositifs du genre de ceux commercialisés par exemple par la société Jenmar, dont la couleur est gris-jaune. On obtient selon l'invention un écran mat, présentant un contraste important et une directivité  
30 contrôlée.

On peut utiliser un autre type de diffuseur qu'un diffuseur holographique. Par exemple, on peut utiliser un diffuseur laiteux translucide, ou un diffuseur à sablage de surface. Dans le cas d'un diffuseur laiteux collé sur un substrat transparent, il est  
35 avantageux de coller le diffuseur directement sur la couche opaque; ceci limite la dégradation du contraste par rétrodiffusion dans le diffuseur, surtout si le substrat est muni d'une couche anti-reflet. Il peut aussi être intéressant dans ce cas de prévoir une couche opaque externe, de sorte à limiter la rétrodiffusion de la lumière incidente. Il est alors intéressant que l'épaisseur totale de l'écran soit de l'ordre de la distance

focale des éléments de focalisation, pour que les ouvertures dans la couche opaque la plus proche de l'utilisateur vérifient les relations mentionnés plus haut (moins de 10% voire 5% de la surface totale).

La figure 7 montre une représentation schématique en coupe d'un écran selon un cinquième mode de réalisation de l'invention. Ce mode de réalisation permet d'obtenir un écran avec un fort contraste, une bonne directivité, et un aspect brillant. Il propose une solution alternative au collage du diffuseur holographique. Comme l'écran de la figure 6, l'écran de la figure 7 présente comme éléments de focalisation des micro-lentilles 76 formées sur la face arrière 74 d'un support 72. Comme expliqué pour les figures 1 et 2, on peut encore utiliser des éléments lenticulaires. On choisit les micro-lentilles et l'épaisseur du support de sorte que les rayons focalisés par les micro-lentilles soient divergents sur la face avant du support 72.

Dans l'exemple de micro-lentilles d'un diamètre de 300  $\mu\text{m}$ , et d'une distance focale de 2 mm, on peut choisir un support d'une épaisseur de l'ordre de 2,5 mm. Dans ce cas, les ouvertures dans la couche opaque présentent un diamètre de l'ordre de 67  $\mu\text{m}$ , et le rapport entre la surface totale des ouvertures et la surface totale de la couche opaque est d'environ 5%.

Dans le mode de réalisation de la figure 7, on prévoit une couche d'écartement entre le support des micro-lentilles et le diffuseur holographique. Cette couche d'écartement présente des ouvertures en correspondance des ouvertures de la couche opaque. Elle permet de coller le diffuseur holographique sur le support, avec le gaufrage holographique dirigé vers le support, sans que la colle n'affecte le fonctionnement du diffuseur. Comme le montre la figure 7, on peut prévoir sur la face avant du support une couche opaque 78, avec des ouvertures ménagées suivant l'un ou l'autre des procédés décrits plus haut. Cette couche opaque n'est pas obligatoire.

On donne l'exemple d'une couche d'écartement formée à l'aide d'une résine photosensible positive. On forme sur la couche opaque 78 une couche 84 de résine photosensible positive sur la couche opaque 78, ou sur la face avant du support en l'absence de couche opaque; cette couche présente avantageusement une épaisseur de quelques microns à quelques dizaines de microns; cette épaisseur dépend de la technique d'encollage utilisée ultérieurement et est suffisante pour éviter toute pollution des ouvertures par la colle. On peut ainsi utiliser les résines photosensibles à sec d'une épaisseur de 15, 30 ou 50  $\mu\text{m}$ ; ces résines sont laminées à sec sur le support. La couche de résine est exposée à travers l'écran, typiquement aux ultraviolets, de façon analogue à l'exposition de la couche opaque pour former les ouvertures, puis elle est développée. On forme ainsi dans la couche de résine des ouvertures 86 en correspondance avec les ouvertures de la couche opaque. Du fait de

la divergence des rayons focalisés par les éléments de focalisation, ces ouvertures sont d'une forme conique.

On peut ensuite former une couche opaque 88 sur la couche 84 de résine photosensible, avec des ouvertures en correspondances avec les ouvertures dans la  
5 couche de résine photosensible, par exemple suivant l'un des procédés décrits plus haut. Il est aussi possible de former la couche opaque par impression offset à plat, ou par une autre technique d'impression; dans ce cas, la divergence des ouvertures dans la couche de résine photosensible permet que la couche opaque ne s'étende pas dans les ouvertures, et laisse passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation.

10 La couche 88 est une deuxième couche opaque dans le cas où l'on a déjà formé une couche opaque sur la face avant du support; il peut aussi s'agir d'une première couche opaque si l'on n'a pas formé de couche opaque sur la face avant du support. Cette couche est aussi facultative, si l'on a déjà formé une couche opaque.

Du fait de l'existence de la couche de résine photosensible, et de son épaisseur,  
15 on peut ensuite coller un diffuseur, et par exemple un diffuseur holographique, avec un facé interférométrique ou face de gaufrage holographique, tournée vers les éléments de focalisation. Il suffit pour cela de revêtir d'une couche de colle la couche 84 de résine photosensible, ou la couche opaque 88. Du fait de l'épaisseur de la couche et de la taille des ouvertures, il est possible de déposer la colle sans qu'elle ne  
20 bouche les ouvertures; on peut par exemple utiliser pour l'application de la colle une technique d'offset ou une autre technique, en fonction de l'épaisseur de la couche d'écartement. On applique ensuite sur la couche de colle un diffuseur 90. La face active du diffuseur est tournée vers les éléments de focalisation. Elle fonctionne néanmoins dans l'air, au niveau des ouvertures dans la ou les couches opaques et  
25 dans la couche de résine photosensible. On assure ainsi un fonctionnement correct du diffuseur, dont les propriétés ne sont pas affectées par la colle.

Dans le mode de réalisation de la figure 7, on a expliqué la formation de la couche d'écartement à l'aide d'une résine photosensible positive du commerce. On peut aussi utiliser une résine photosensible chargée pour la rendre opaque, comme  
30 déjà expliqué plus haut en ce qui concerne la couche opaque. Dans ce deuxième cas, il n'est plus indispensable de prévoir des couches opaques de part et d'autre de la couche d'écartement.

On peut encore utiliser le procédé appelé "lift-off": on applique une résine négative, qui est exposée et développée de sorte à laisser des plots en correspondance  
35 avec les rayons focalisés par les éléments de focalisation. On applique ensuite, par exemple par sérigraphie une couche opaque, typiquement du carbone noyé dans une résine non-photosensible, puis on élimine les plots de résine négative. Ceci permet d'obtenir une couche d'écartement opaque épaisse. On peut aussi dans le procédé de

"lift-off" appliquer autour des plots une couche qui n'est pas opaque, et dans ce cas on garde une ou plusieurs des couches opaques adjacentes à la couche d'écartement.

On peut enfin utiliser pour former la couche d'écartement une couche laminée à sec sur le support, qui est détruite sur place aux lieux des rayons focalisés par les  
5 éléments de focalisation. Ce mode de réalisation est similaire à ce qui a déjà été expliqué plus haut pour la couche opaque.

L'écran peut être utilisé tel quel, la face avant de l'écran étant alors constituée de la face arrière du diffuseur. Dans ce cas, on évite tout dépôt de poussière sur la face active du diffuseur. On peut aussi ajouter à l'écran par collage une plaque  
10 transparente 92, de verre ou analogue, le cas échéant muni d'une couche anti-reflet 94. On confère ainsi à l'écran une rigidité mécanique plus importante. En outre, la présence du verre assure à l'écran un aspect brillant, qui peut être utile dans certaines applications. La présence sous le verre d'une ou plusieurs couches opaques assure un bon contraste et un aspect noir sombre de l'écran.

15 On peut aussi, bien que ceci ne soit pas représenté sur la figure, prévoir sur la face avant du diffuseur une couche opaque. Celle-ci est disposée entre le diffuseur et la plaque de verre 92; elle améliore l'aspect noir de l'écran, et augmente le contraste.

On comprend que dans la description de la figure 7, on peut former une, deux ou trois couches opaques, de part et d'autre de la couche 84 d'écartement, et de part et  
20 d'autre du diffuseur 90. Si la couche d'écartement est opaque, on peut se passer des couches opaques supplémentaires. La présence de plusieurs couches opaques améliore le contraste, et améliore aussi l'aspect noir de l'écran. Du fait de la divergence des rayons, il est possible que le rapport entre la surface des ouvertures et la surface totale de la couche opaque soit supérieur à 5 ou 10% pour la deuxième ou  
25 troisième couche. Toutefois, le contraste reste dans tous les cas élevé.

Le mode de réalisation de la figure 7 améliore les performances du diffuseur, et évite les aberrations provoquées par la colle ou par de la poussière qui pourrait se déposer sur la face active du diffuseur. Ceci augmente la durée de vie de l'écran. Le mode de réalisation de la figure 7 assure une bonne cohésion mécanique entre les  
30 différents éléments de l'écran, avec typiquement un collage sur plus de 90% de la surface entre le diffuseur et la résine photosensible; ceci renforce l'écran, indépendamment des différences entre les coefficients de dilatation des éléments qui compose l'écran – support des éléments de focalisation, diffuseur et plaque de verre. En outre, le fait que le diffuseur soit collé sur toute sa surface de façon uniforme  
35 assure que la transmission s'effectue aussi bien sur le centre du diffuseur que sur le bord de celui-ci. Cela rend possible la juxtaposition d'écrans dans un mur d'images sans effets de bords.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples et modes de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art. Ainsi, il est clair que l'on peut faire varier la position relative des micro-lentilles et de leur support, dans la mesure où le point de focalisation des micro-lentilles est proche de la couche opaque. Dans le cas de la figure 1, on pourrait par exemple disposer les micro-lentilles sur la face avant du support, ajouter une couche intermédiaire transparente, puis une couche opaque au voisinage du point de focalisation des micro-lentilles. Dans le cas de la figure 2, on pourrait disposer les micro-lentilles sur la face avant du support 22, toujours en assurant que leur point de focalisation est voisin de la couche opaque.

On a décrit dans les modes de réalisation des figures des exemples de micro-lentilles et de micro-billes. On peut aussi selon l'invention utiliser des éléments de focalisation lenticulaires. Ainsi, les figures 1, 2, 4 à 7 peuvent correspondre aussi à des modes de réalisation avec des éléments lenticulaires, en coupe perpendiculairement à l'axe d'invariance des éléments lenticulaires. Le problème de Moiré mentionné plus haut disparaît avec des éléments diffuseurs, et notamment avec un diffuseur holographique.

On peut en outre prévoir sur l'écran de l'invention les traitements connus en soi, et par exemple des traitements anti-reflets d'un côté ou de l'autre de l'écran. Le terme de support utilisé pour les modes de réalisation des figures 1 et 2 se réfère aux micro-lentilles; l'écran peut aussi comprendre un support rigide, tel qu'une plaque de verre ou un matériau faiblement diffusant. On peut aussi utiliser d'autres types de micro-lentilles que celles données à titre d'exemple.

Le procédé de l'invention n'est pas limité aux quatre modes de réalisation donnés à titre d'exemple. On peut aussi former la couche opaque par irradiation d'autres types de matériaux à travers les micro-lentilles ou les éléments focalisants. On peut aussi utiliser le procédé de "lift-off" de photolithographie : application de plots de résine photosensible négative aux points de focalisation des éléments de focalisation; recouvrement de toute la surface par une couche noire, puis enfin dissolution des plots de résine et de la couche noire à l'endroit de ces plots de résine pour ne conserver qu'une couche noire présentant des trous aux endroits des points de focalisation.

Dans l'ensemble de la description, on a utilisé les termes de couche opaque et d'ouverture transparente. Dans le cas d'une projection en couleurs, la couche opaque est typiquement noire, et les ouvertures sont transparentes, c'est-à-dire laissent passer toutes les longueurs d'onde de la lumière visible; en fait, le terme transparent s'entend comme transparent pour la lumière focalisée par les éléments de focalisation, et le terme opaque s'entend comme opaque pour la lumière focalisée par les éléments de

focalisation. Ainsi, dans le cas d'un écran de projection destiné à être utilisé avec une lumière rouge, on pourrait utiliser une couche opaque bleue, de sorte à absorber la composante rouge de la lumière ambiante, et disposer d'un contraste élevé pour la couleur rouge.

- 5        On peut utiliser, notamment dans les modes de réalisation des figures 6 et 7 d'autres diffuseurs que des diffuseurs holographiques. A titre d'exemple, on peut utiliser des diffuseurs en matériau semi-transparent ou des diffuseurs en matériau transparent présentant une surface irrégulière, notamment une surface sablée. Dans le cas de la figure 7, il est avantageux que la face irrégulière d'un tel diffuseur soit
- 10    dirigée vers les éléments de focalisation; la présence de la couche de résine photosensible et la divergence des rayons évite toute pollution de la couche active pour la diffusion par la colle.

- 15        On pourrait encore, dans le mode de réalisation de la figure 7, disposer le diffuseur avec sa face inactive tournée vers les éléments de focalisation, et former la couche de résine photosensible par dessus la face active du diffuseur; ce mode de réalisation est toutefois moins avantageux dans la mesure où il peut conduire à endommager la face active du diffuseur par les traitements de la couche de résine.

REVENDICATIONS

1. Un écran, comprenant un support (2, 22) avec des éléments de focalisation (6, 26), une couche opaque (10, 36) avec des ouvertures (12, 38) pour laisser  
5 passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation.
2. L'écran selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche opaque est voisine des points de focalisation des éléments de focalisation.
3. L'écran selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les ouvertures sont non-ponctuelles.
- 10 4. L'écran selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que les ouvertures présentent une dimension comprise entre 2 micromètres et 200 micromètres.
5. L'écran selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les ouvertures représentent moins de 10% de la surface de la couche opaque, et de préférence moins de 5% de cette surface.
- 15 6. L'écran selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il présente un contraste supérieur à 250, et de préférence supérieur à 500.
7. L'écran selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les éléments de focalisation présentent une dimension comprise entre 20 micromètres et 1 millimètre.
- 20 8. L'écran selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il présente une transmittivité supérieure à 70%.
9. L'écran selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le carré  $(\phi_{\text{trous}}/\phi_{\text{focalisation}})^2$  du rapport entre la dimension  $\phi_{\text{trous}}$  des ouvertures et la dimension  $\phi_{\text{focalisation}}$  des éléments de focalisation est inférieur ou égal à 10%,  
25 de préférence inférieur ou égal à 5%.
10. L'écran selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les éléments de focalisation comprennent des éléments lenticulaires, en ce que les ouvertures ont la forme de ligne, et en ce que le rapport entre la largeur d'une

ligne et la distance entre deux lignes adjacentes est inférieur ou égal à 10%, de préférence inférieur ou égal à 5%.

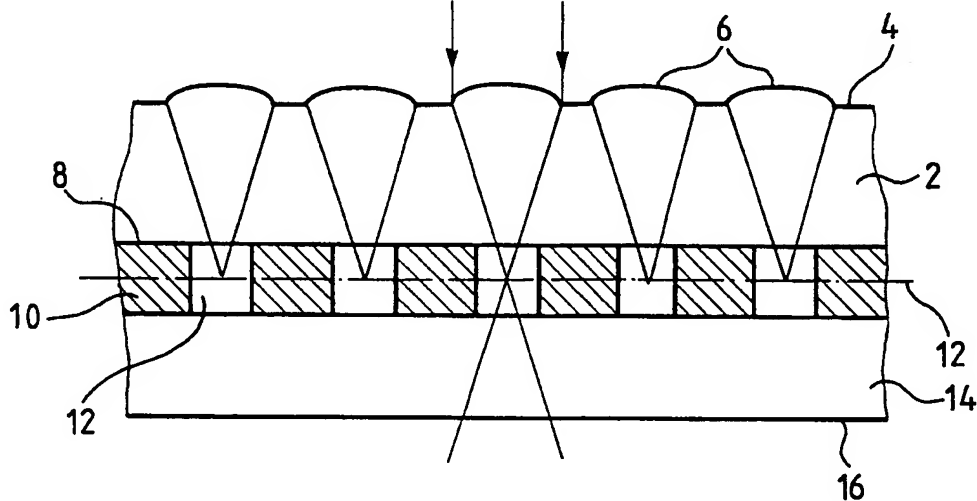
11. L'écran selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le taux de remplissage par les éléments de focalisation est supérieur ou égal à 90%.
- 5 12. L'écran selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les éléments de focalisation comprennent des micro-billes.
13. L'écran selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il présente une transmittivité supérieure ou égale à 80%, de préférence supérieure ou égale à 85%.
- 10 14. L'écran selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les éléments de focalisation comprennent des micro-lentilles ou des éléments lenticulaires.
- 15 15. L'écran selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il présente une transmittivité supérieure ou égale à 90%, de préférence supérieure ou égale à 95%.
- 15 16. L'écran selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un diffuseur (30) adjacent à la couche opaque, de préférence un diffuseur contrôlant la directivité,.
17. L'écran selon la revendication 16, caractérisé par une couche d'écartement (84) entre le support et le diffuseur (90), de préférence d'une épaisseur entre  
20 quelques microns et quelques dizaines de microns.
18. L'écran de la revendication 17, caractérisé en ce que le diffuseur (90) présente une surface active dirigée vers la couche d'écartement.
19. L'écran de la revendication 16, 17 ou 18, caractérisé par une plaque transparente (92) adjacente au diffuseur et collée à celui-ci.
- 25 20. L'écran selon la revendication 16, caractérisé en ce que le diffuseur est un diffuseur holographique.

21. L'écran selon l'une des revendications 1 à 20, caractérisé en ce qu'il comprend un réflecteur (65) adjacent à la couche opaque (62).
22. L'écran selon la revendication 21, caractérisé en ce que le réflecteur est un réflecteur (65) contrôlant la directivité.
- 5 23. Un procédé de fabrication d'un écran, comprenant les étapes de :  
- fourniture d'un support (2, 22, 44) présentant une pluralité d'éléments de focalisation (6, 26, 50), et d'un matériau s'étendant en couche au voisinage des points de focalisation des dits éléments de focalisation;  
- irradiation du matériau à travers les éléments de focalisation ;  
10 - formation en utilisant le matériau irradié d'une couche opaque (10, 36, 46) présentant des ouvertures (12, 38, 54).
24. Le procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que les dits éléments de focalisation comprennent des micro-lentilles (6, 26), des éléments lenticulaires ou des micro-billes (50).
- 15 25. Le procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que les éléments de focalisation comprennent des micro-billes et en ce qu'il comprend une étape de formation d'une deuxième couche opaque (52) entre les micro-billes, préalable à l'étape d'irradiation.
- 20 26. Le procédé selon l'une des revendications 23 à 25, caractérisé en ce que le matériau est une résine photosensible positive opaque, et en ce que l'étape de formation comprend :  
- le développement de la résine.
- 25 27. Le procédé selon l'une des revendications 23 à 26, caractérisé en ce que le matériau est un matériau destructible par irradiation, et en ce que l'étape de formation s'effectue par destruction du matériau en même temps que l'étape d'irradiation.
- 30 28. Le procédé selon l'une des revendications 23 à 26, caractérisé en ce que le matériau est un matériau photographique positif, et en ce que l'étape de formation comprend :  
- le développement du matériau photographique.

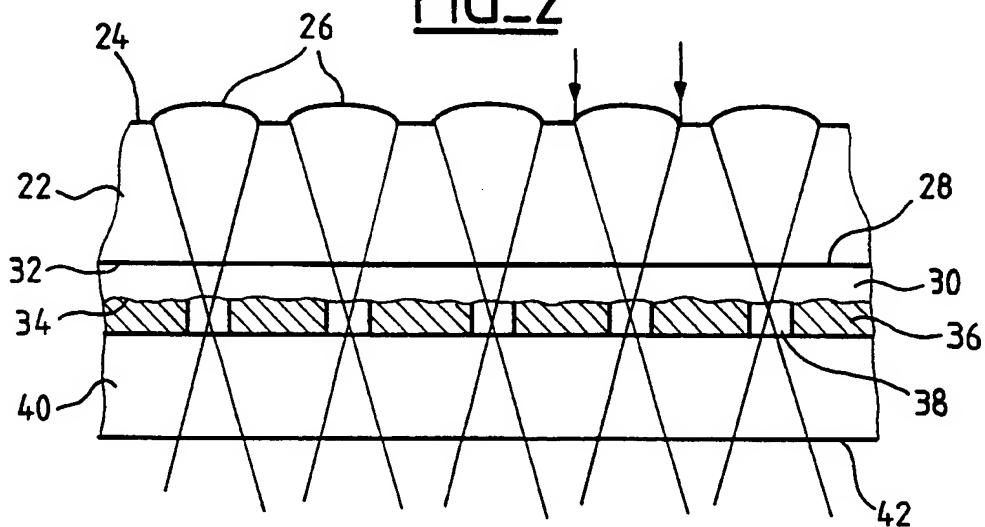
29. Le procédé selon l'une des revendications 23 à 26, caractérisé en ce que le matériau est un matériau décolorable par irradiation, et en ce que l'étape de formation s'effectue par décoloration du matériau en même temps que l'étape d'irradiation.
- 5 30. Le procédé selon l'une des revendications 23 à 29, caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes de :
- formation sur le support ou la couche opaque d'une couche d'écartement (84) d'une épaisseur de quelques microns à quelques dizaines de microns ;
  - formation d'ouvertures (86) dans la dite couche, en correspondance aux points
- 10 de focalisation des dits éléments de focalisation;
- collage d'un diffuseur (90) sur la dite couche (84), une face active du diffuseur étant tournée vers la dite couche.
31. Le procédé selon la revendication 30, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'application par collage d'une plaque transparente sur ledit diffuseur.
- 15 32. Un écran présentant un contraste supérieur à 250, et de préférence supérieur à 500.

1/3

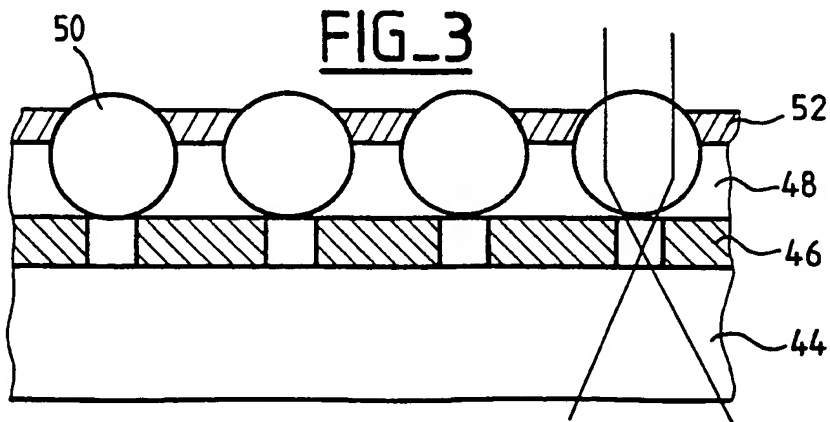
FIG\_1



FIG\_2

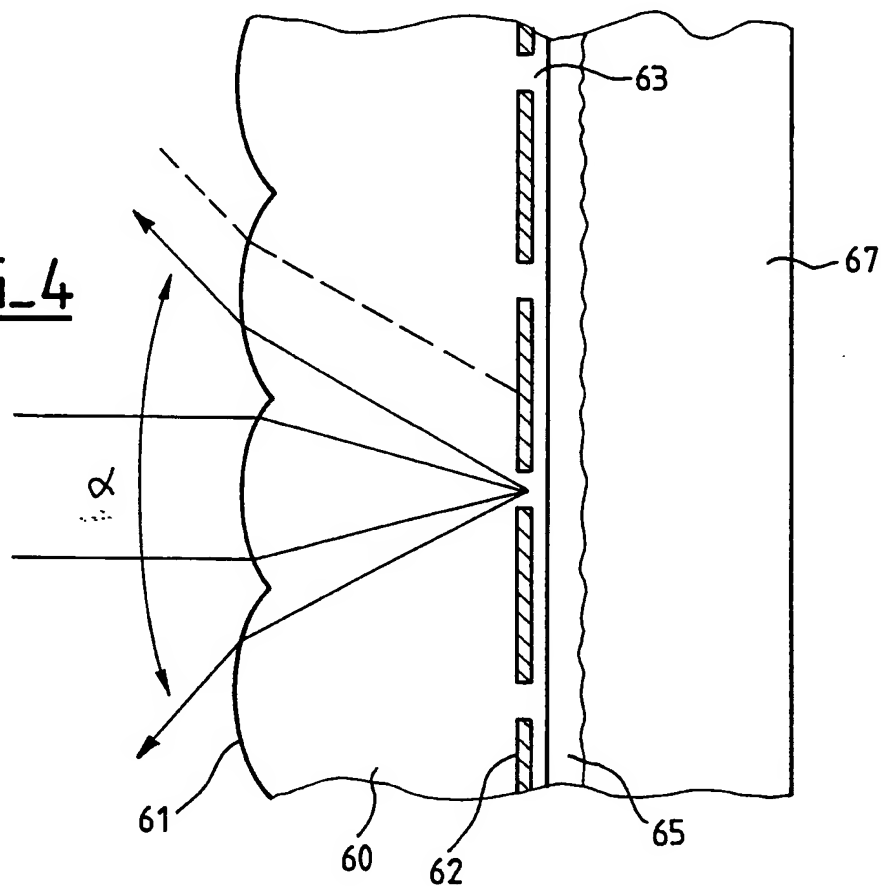
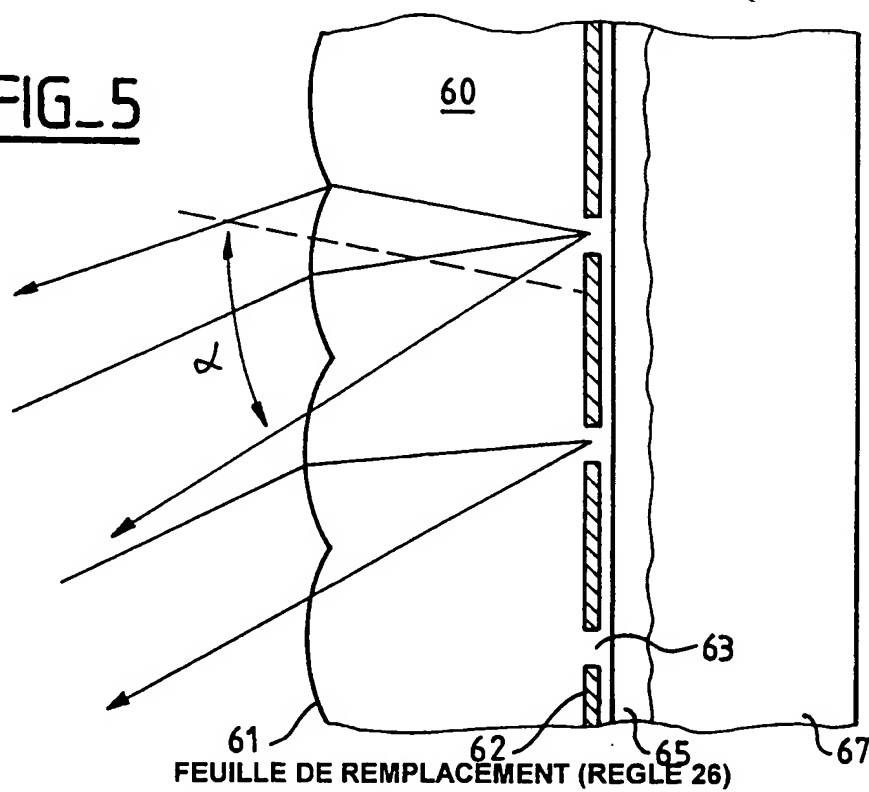


FIG\_3



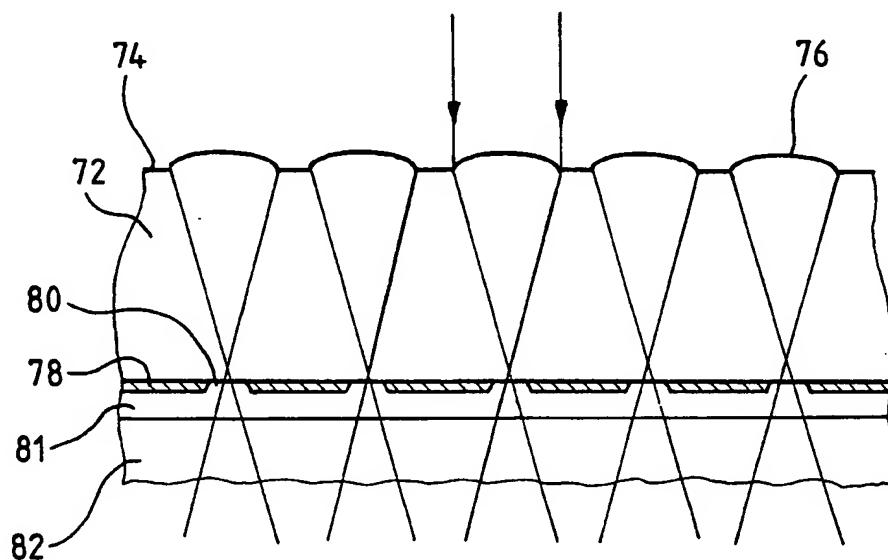
FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

2/3

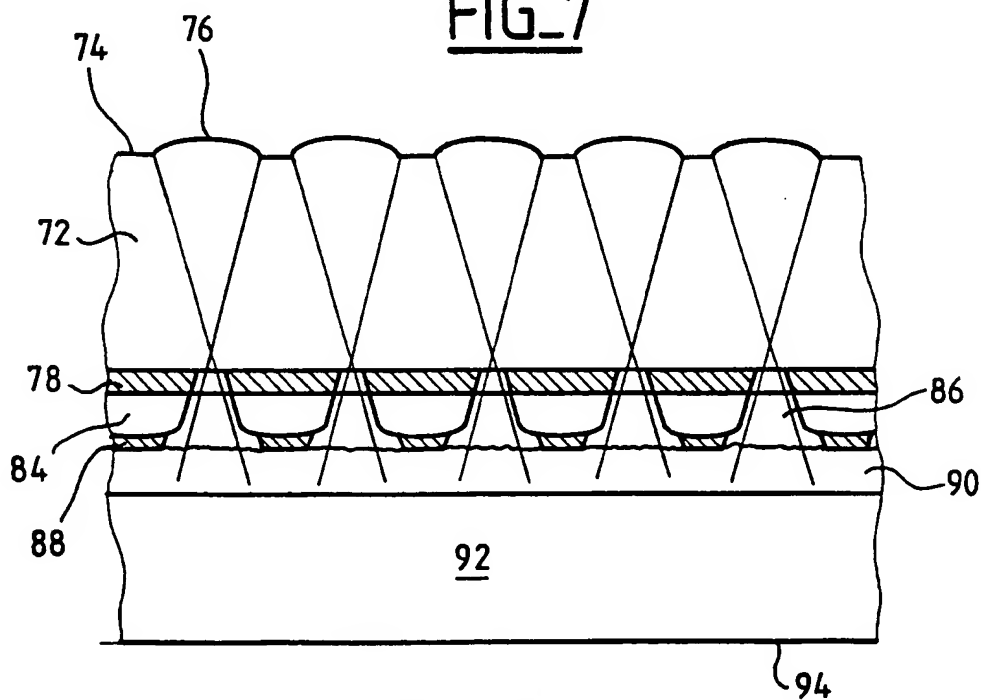
FIG\_4FIG\_5

3/3

FIG\_6



FIG\_7



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/FR 00/01156

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G03B21/62

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 389 611 A (T.SHIMIZU) cited in the application  page 1 -page 3; figures 1-3	1,2,14, 21,23, 24,26,28
X	FR 1 266 832 A (J.LEMELSON) 15 November 1961 (1961-11-15) page 1 -page 4; figures 1-5	1-3,14, 21,24
X	US 4 666 248 A (J.VAN DE VEN) 19 May 1987 (1987-05-19) column 2 -column 5; figures 1-3	1,2,14
X	FR 980 402 A (KODAK -PATHÉ) 11 May 1951 (1951-05-11)  page 3; figures 4-6	1,2,14, 23,24, 26,28
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 July 2000

Date of mailing of the international search report

19/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boeykens, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No.

PCT/FR 00/01156

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 972 333 A (COMP.FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON) 29 January 1951 (1951-01-29) page 1 -page 2; figure 7	1,2,7, 14,23, 24,26,28
X	FR 959 731 A (KODAK-PATHÉ) 4 April 1950 (1950-04-04) page 2 -page 4; figures 1-8	1,2,12, 24

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No

PCT/FR 00/01156

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 389611	A	NONE	
FR 1266832	A	15-11-1961	NONE
US 4666248	A	19-05-1987	NL 8503526 A 16-07-1987 AU 579307 B 17-11-1988 AU 6665386 A 25-06-1987 CA 1274712 A 02-10-1990 CN 1004656 B 28-06-1989 DE 3686328 A 10-09-1992 DE 3686328 T 04-03-1993 DK 609486 A 21-06-1987 EP 0234059 A 02-09-1987 JP 62157023 A 13-07-1987
FR 980402	A	11-05-1951	NONE
FR 972333	A	29-01-1951	NONE
FR 959731	A	04-04-1950	NONE

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De la recherche internationale No  
PCT/FR 00/01156

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G03B21/62

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 G03B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	GB 389 611 A (T.SHIMIZU) cité dans la demande  page 1 -page 3; figures 1-3	1,2,14, 21,23, 24,26,28
X	FR 1 266 832 A (J.LEMELSON) 15 novembre 1961 (1961-11-15) page 1 -page 4; figures 1-5	1-3,14, 21,24
X	US 4 666 248 A (J.VAN DE VEN) 19 mai 1987 (1987-05-19) colonne 2 -colonne 5; figures 1-3	1,2,14
X	FR 980 402 A (KODAK -PATHÉ) 11 mai 1951 (1951-05-11)  page 3; figures 4-6	1,2,14, 23,24, 26,28
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tout autre moyen

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

12 juillet 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/07/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Boeykens, J

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Doc. Je Internationale No

PCT/FR 00/01156

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 972 333 A (COMP.FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉCÉS THOMSON-HOUSTON) 29 janvier 1951 (1951-01-29) page 1 -page 2; figure 7	1,2,7, 14,23, 24,26,28
X	FR 959 731 A (KODAK-PATHÉ) 4 avril 1950 (1950-04-04) page 2 -page 4; figures 1-8	1,2,12, 24

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De la le Internationale No

PCT/FR 00/01156

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 389611	A		AUCUN	
FR 1266832	A	15-11-1961	AUCUN	
US 4666248	A	19-05-1987	NL 8503526 A	16-07-1987
			AU 579307 B	17-11-1988
			AU 6665386 A	25-06-1987
			CA 1274712 A	02-10-1990
			CN 1004656 B	28-06-1989
			DE 3686328 A	10-09-1992
			DE 3686328 T	04-03-1993
			DK 609486 A	21-06-1987
			EP 0234059 A	02-09-1987
			JP 62157023 A	13-07-1987
FR 980402	A	11-05-1951	AUCUN	
FR 972333	A	29-01-1951	AUCUN	
FR 959731	A	04-04-1950	AUCUN	